

*Comunicaciones: VI Congreso SEAE – Almería 2004*  
*Agroecología: Referente para la transición de los sistemas agrarios: 1481-1496*

## **Interacción de densidades de siembra de cebada y rotaciones de cultivo sobre la flora arvense y rendimientos de cultivos**

Carlos Lacasta (\*), Ramón Meco (\*\*), E. Estalrich (\*\*\*), Luis Martín de Eugenio (\*)

(\*) CSIC. Centro de Ciencias Medioambientales. Finca Experimental “La Higuera”, 45530 Santa Olalla. Toledo. España. E-mail: [csic@infonegocio.com](mailto:csic@infonegocio.com)

(\*\*) Servicio de Investigación y Tecnología Agraria., Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla-La Mancha, C/ Pintor Matías Moreno, 4. 45071 Toledo, España. E-mail: [ramonmeco@jccm.es](mailto:ramonmeco@jccm.es)

(\*\*\*) Escuela Taller Albardín Concejalía Ciudad Sostenible, 28801 Alcalá de Henares.

### **Resumen:**

La rotación de cultivos y las densidades de siembra han sido métodos tradicionales para el control de las hierbas acompañantes en los secanos españoles, que se ha visto desplazada por factores económicos, monocultivo de cereal y uso de herbicidas. En este trabajo se pretende evaluar la capacidad de dos rotaciones tradicionales (cereal - veza forraje y cereal - girasol) combinadas con diferentes densidades de siembra (80, 160 y 240 kg/ha) y se comparan con un monocultivo al que se le somete también a las mismas densidades de siembra.

Los resultados indican que después de once años de experimentación, la meteorología es el factor más importante no sólo de la producción de los cultivos de secano sino de los problemas relacionados con la competencia de la flora arvense. Las rotaciones de cultivo son suficientes para el control de la flora arvense y además el rendimiento aumenta un 30% cuando se compara con un monocultivo de cebada. El aumento de las densidades de siembra no produce ningún aumento de la productividad en las rotaciones de cultivo pero si en monocultivo convencional.

**Palabras clave:** Herbicidas, meteorología y malas hierbas,

### **Introducción:**

La rotación de cultivos ha sido uno de los métodos tradicionales para el control de las malas hierbas, que se ha visto desplazada por factores económicos, monocultivo de cereal y uso de herbicidas. Por otra parte no siempre son evidentes las ventajas de una aplicación de herbicidas, particularmente en densidades bajas de infestación de malas hierbas (Pardo *et al.*, 2002 y Chao *et al.*, 2002).

Aumentar las densidades de siembra en los cereales también han sido empleadas como forma de aumentar la competencia del cultivo frente a las hierbas acompañantes y disminuir de esa forma el daño que estas causan en los rendimientos de los cereales. Actualmente sigue empleándose la expresión de “sembrar con mucho pan” para justificar esta práctica tradicional. Determinar la densidad óptima de siembra ha sido objeto de varios trabajos con desigual resultado (Moreno *et al.*, 2002), las causas son las diferentes condiciones experimentales.

En este trabajo se pretende evaluar la interacción de estas dos formas tradicionales de control de la flora arvense (rotación de cultivos y densidades de siembra) y su efecto sobre la productividad del cereal en las condiciones de semiáridéz de los secanos y en un experimento de larga duración (11 años), con el objetivo de conseguir alternativas al control químico y conocer si las rotaciones de

cultivo han de ser marginadas por su poca rentabilidad o por el contrario deben ser recomendadas.

### **Material y métodos:**

El experimento se ha realizado en la Finca Experimental “La Higuera” Santa Olalla (Toledo), perteneciente al CSIC. El estudio se inició en 1992, por lo tanto los resultados que se exponen corresponden a 11 años de experimentación. El suelo es arcilloso uniforme, profundo, con una gran capacidad de retención de agua, difícil de trabajar dado su dispar consistencia en los grados extremos de humedad, la velocidad de infiltración es pequeña y los mecanismos de expansión y contracción superan las posibles consecuencias de la suela de labor. Las características químicas son: pH alrededor de 7, materia orgánica, 1,4 %, carbonato cálcico 2,5 %, fósforo 20 ppm y potasio 180 ppm. Como la evolución de la flora arvense está condicionada por los parámetros meteorológicos, se realizó un seguimiento climático con los datos meteorológicos de la estación que se encuentra en la misma finca.

**Las rotaciones**, son de dos hojas y se cultivaban ambas todos los años. Para la elección de las rotaciones se consideró que el manejo fuera lo suficientemente distintos, para que se pudieran marcar diferencias. Las rotaciones fueron: Cebada – Cebada (C-C), Veza forraje – Cebada (V-C) y Girasol – Cebada (G-C).

La rotación de monocultivo de cebada (C-C) va a permitir estudiar la evolución de la flora arvense asociada al cultivo de cereal y será presumiblemente la que va a dar el máximo de hierbas compitiendo con el cereal. La rotación de cebada con veza forraje, que va a ser segada en el mes de mayo, eliminará muchas hierbas que no han madurado y que serán extraídas del sistema. La rotación de cebada con girasol, permitirá que las labores preparatorias de siembra del girasol en invierno y primavera, harán disminuir de forma importante el banco de semillas que el año siguiente competiría con la cebada. Los cultivos que intervienen en las distintas rotaciones son: Cebada cv Reinette, Veza común y Girasol cv Toledo 2. Los años que por problemas meteorológicos no se pudo sembrar en otoño y las siembras se tuvieron que retrasar a febrero o marzo y se empleó la cebada cv Zaida.

**Densidades de siembra:** Las densidades se consideraron siempre en semillas por metro cuadrado porque el peso de semilla varía de un año a otro, pero por claridad se ha puesto la equivalencia aproximada en kg/ha. Las densidades de siembra sólo se aplicó al cultivo de la cebada y se consideró como testigo la densidad más frecuente en la zona donde se desarrolló el experimento que era de 160 kg/ha (400 semillas/m<sup>2</sup>). Las otras densidades de siembra fueron la mitad del testigo, 80 kg/ha (200 semillas/m<sup>2</sup>) y 1,5 el testigo 240 kg/ha (600 semillas/m<sup>2</sup>). En la densidad más baja se supuso que la competencia con las malas hierbas podría enmascarar los resultados de producción y no se veía el efecto de las densidades de siembra, por ello se añadió una variable más de densidad baja con herbicida.

**Operaciones de cultivo:** Antes de la siembra de los cultivos se realizan dos o tres pases de cultivador y después de la recolección se hace un pase de grada para enterrar los rastrojos de los cultivos, en el caso de la caña de girasol previamente se pasa un desbrozador para picarla. La siembra de la cebada y veza se realiza en otoño (noviembre) con una sembradora convencional de 19 brazos a 15 cm entre ellos, el girasol en primavera (abril) con una sembradora neumática de 4 brazos a 70 cm entre brazos. Las densidades de siembra de la veza es de 100 kg/ha y la del girasol de 40.000 semillas/ha.

La fertilización fue química y sólo se realizaba en el cultivo de la cebada, con abonos complejos antes de la siembra y nitrato amónico cálcico en invierno (en el estadio de inicio de ahijamiento). La fórmula de abonado 90-60-60. El hecho de que la fertilización fuera con productos de síntesis, no inhabilita los resultados ya que estos pueden ser sustituidos por fertilización orgánica.

La escarda química en la cebada se realiza solo en el tratamiento Densidad 80 kg/ha + herbicida, los herbicidas empleados fueron diversos en función de las hierbas que se presentaban, pero los más empleados fueron una mezcla de clotoluron + ioxinil + bromoxinil + mecroprop. En el girasol se utiliza una escarda mecánica con un cultivador al que se le adaptan las rejas al ancho de las calles en el momento que la planta tiene entre 10 – 20 cm. En el resto de las parcelas de cebada y veza no se empleo ningún tipo de escarda..

La cebada y el girasol se recolectó con una microcosechadora marca Hege 140, la veza para forraje se segó, ahileró y empacó con aperos convencionales.

**Muestreo:** Todos los años, en el mes de mayo, se cuantificaron los niveles de infestación de hierbas espontáneas a través de una estimación visual de recubrimiento y abundancia de cada especie, según la escala de Folk (1951), en las parcelas de cebada. Cuando los niveles de infestación de flora arvense era alto, más de un 20% de recubrimiento de la superficie por malas hierbas en alguna parcela, se hacia otro muestreo de la flora arvense, utilizando un aro de 0,25 m<sup>2</sup>, en cada parcela se inventariaba las hierbas de cuatro aros (1 m<sup>2</sup>), con el fin de cubrir de forma aleatoria la heterogeneidad de la parcela. El muestreo de los parámetros agronómicos: nascencia y numero de espigas se realizo tomando dos muestras por parcela de tres líneas consecutivas y una longitud de 0,5 metros por línea (1,5 metros lineales por muestra, equivalente a 0,227 m<sup>2</sup>).

**Diseño experimental:** Es de bloques al azar con 7 variables (tres rotaciones y cuatro densidades de siembra de cebada) y tres repeticiones. La superficie de las parcelas es de 400 m<sup>2</sup>. Los resultados de producción y de la flora arvense fueron sometidos al análisis de la varianza, los datos de la flora arvense se transformaron previamente por  $\lg(x+1)$  con el fin de normalizar las variables. Las diferencias entre tratamientos fueron separadas por medio del test de Tukey a un nivel de probabilidad de  $P < 0,05$ . Para conocer el efecto de las rotaciones sobre la flora arvense se consideraron todas las parcelas de la rotación con independencia de la densidad de siembra, sólo cuando se observo diferencias se considera las densidades de siembra.

## Resultados y Discusión

**La meteorología** y más concretamente la pluviometría (Cuadro 1), se ha comportado de forma diferente cada año del experimento. Hay años que el déficit hídrico se inicio en el mes de marzo y continuo en abril y se secaron las plantas (92-93, 94-95 y 98-99), otras veces el déficit se inicio en marzo pero llovió en abril y se recuperó el cultivo (93-94), hubo años que las precipitaciones de otoño e invierno no permitieron las siembras en otoño y se tuvieron que retrasar hasta febrero en el año 97-98 y hasta marzo en el año 2000-01, el primero las lluvias de primavera permitieron que el cultivo vegetara adecuadamente y cumpliera con su ciclo, mientras el año 2000-01, la primavera seca no lo permitió.

Esta meteorología, aparte de afectar a la producción de los cultivos (Cuadro 7, 8 y 9), ha determinado que la flora arvense se haya controlado de forma natural durante la mayoría de los años del periodo experimentación por producirse una alternancia de años secos o con siembras tardías y años con meteorologías consideradas normales, los primeros producían una disminución del banco de semillas del suelo para el año siguiente bien porque la flora arvense no conseguía reproducirse adecuadamente o eran eliminadas con las labores preparatorias.

**Flora arvense:** Aunque el muestreo de la flora arvense se realizó todos los años, el número de plantas acompañantes al cultivo fue muy pequeño y prácticamente despreciable la mayoría de los años, el recubrimiento de la superficie por flora arvense estaba comprendido entre el 5-10%, y sólo dos años (96-97 y 02-03) de los once que ha durado el experimento se pudo estudiar el efecto de la flora arvense sobre los

tratamientos, esto fue debido, a como se ha explicado anteriormente, a que se intercalaron periódicamente años secos o años de siembras tardías que disminuían el banco de semillas del suelo y controlaban para el año siguiente la emergencia de la flora acompañante.

Cuadro 1. Pluviometría e incidencias más destacables en los años de experimentación

AÑOS	PLUVIOMETRIA l/m <sup>2</sup>			Observaciones
	ANUAL	SEP-MAR	ABR-AGO	
<b>92-93</b>	413	208	205	Invierno seco y las lluvias de primavera llegaron demasiado tarde para los cultivos.
93-94	454	322	132	Déficit hídrico en abril. Marzo y primera quincena de abril, seca.
<b>94-95</b>	275	197	78	Año muy seco, se inició el déficit hídrico en marzo. Heladas de primavera.
95-96	535	403	132	Déficit hídrico en abril. Exceso de humedad en invierno.
96-97	573	413	160	Exceso de humedad en invierno. 90 días sin lluvia (15/I al 15/IV).
<b>97-98</b>	637	460	177	Exceso de humedad en invierno. La siembra se hizo a mediados de febrero.
<b>98-99</b>	292	203	89	Año muy seco, se inició el déficit hídrico en marzo.
99-00	437	278	159	Otoño y primavera húmeda e invierno y verano secos. Un buen año agrícola.
<b>00-01</b>	649	545	104	Otoño e invierno muy húmedo y primavera seca. Las siembras se hicieron en marzo.
01-02	541	341	200	Año bueno para la producción agraria. Mes de diciembre muy frío y primavera húmeda.
02-03	500	453	47	Otoño e invierno muy húmedo y primavera seca.

Nota: Los años en negrita indican los años que fueron secos o las siembras se tuvieron que realizar en primavera por problemas de exceso de humedad en otoño. En ambas situaciones la flora arvense era afectada y disminuía de forma natural el banco de semillas que competían con el cultivo.

Los resultados de los dos años (96-97 y 02-03), en que se ha podido estudiar el efecto de las rotaciones y las densidades de siembra de la cebada sobre la flora acompañante en el cultivo de la cebada, se han estructurado considerando las especies competidoras dominantes, el número de plantas encontradas de flora arvense y por unidad de superficie, número de especies encontradas por tratamiento, tanto por ciento de recubrimiento de la superficie de las parcelas por flora arvense y señalar la producción de cebada para deducir si las pérdidas de producción son debidas a competencia por especies arvenses.

Cuando se analiza el efecto de las rotaciones (Cuadro 2 y 3), lo que destaca es que la rotación de cebada con girasol y en los dos años, no ha habido problemas de competencia por hierbas acompañantes y en cambio en el monocultivo de cebada los dos años la producción se ha visto afectada por competencia de la flora arvense. En la rotación de cebada con veza forraje el año 2002-03, aparecen las hierbas *Avena sterilis* y *Cirsium arvensis* con diferencias significativas con respecto a las otras rotaciones, lo que indica que el manejo de la veza forraje favorece la multiplicación de

estas especies, y esto se explica por la menor competencia de la veza con las plantas arvenses acompañantes a los cultivos que unido a un retraso en la siega permite su fructificación e infestación del suelo por las semillas de estas especies que luego competirán con el cultivo de la cebada.

Las hierbas dominantes no son las mismas un año y otro a excepción de *Papaver rhoeas* (Cuadro 3 y 4). El número de plantas competidoras por m<sup>2</sup> es menor en el año 96-97, pero el número de especies es prácticamente las mismas los dos años. El que un año se expresen más unas que otras se debe a las condiciones ambientales, aunque los dos años tuvieron un otoño muy húmedo, el año 96-97 tuvo un periodo seco de 90 días comprendido entre el final del invierno y el principio de primavera que perjudicó a las hierbas de nascencia más temprana y a la producción de la cebada.

Cuadro 2.- Hierbas competidoras (Hc) dominantes por m<sup>2</sup> según rotación en 96-97

Especies	Monocultivo C-C	Rotación C-G	Rotación C-V
<i>Papaver rhoeas</i> L.	15 a	1 b	1 b
<i>Kicxia lanigera</i> L.	15 a	1 b	0 b
<i>Anagallis arvensis</i> L.	9 a	0 b	0 b
<i>Legousia castellana</i> L.	9 a	0 b	1 b
<i>Torilis nodosa</i> Gaertner	7 a	0 b	0 b
Total número plantas de Hc/m <sup>2</sup>	83 a	10 b	14 b
Total número de especies	34 a	18 b	24 b
% Recubrimiento de Hc	42 a	3 b	6 b
Producción media kg/ha	1.422 a	3.290 b	2.881 b

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente. (P<0,05; test Tukey).

Cuadro 3.- Hierbas competidoras (Hc) dominantes por m<sup>2</sup> según rotación en 02-03

Especies	Monocultivo C-C	Rotación C-G	Rotación C-V
<i>Galium tricornutum</i> L.	70 a	1 b	4 b
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	67 a	1 b	4 b
<i>Papaver rhoeas</i> L.	37 a	1 b	1 b
<i>Avena sterilis</i> Ludoviciana	4 b	1 b	11 a
<i>Cirsium arvensis</i> Scopoli	2 a	0 b	15 a
Total número plantas de Hc/m <sup>2</sup>	298 a	23 b	168 a
Total número de especies	38 a	22 b	32 a
% Recubrimiento de Hc	75 a	5 c	18 b
Producción media kg/ha	1394 a	4663 c	3340 b

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente. (P<0,05; test Tukey).

Como la cantidad de hierba que había en todas las parcelas de cebada con rotaciones de cultivo en 1996-97 era tan baja (Cuadro 2), no pudo estudiarse el efecto de las densidades de siembra sobre el control de la flora arvense, concluyendo que era igual que hubiera una densidad de siembra de 80 o de 240 kg/ha. En cambio la hierba en las parcelas de monocultivo de cebada si fue importante y en el cuadro 4 se analizan los efectos de la densidad de siembra de la cebada sobre la presencia de flora arvense. Los resultados confirman, como era de esperar, que el efecto del herbicida fue notorio, pero no el efecto de las densidades de siembra comportándose prácticamente igual en las diferentes densidades de siembra estudiadas. Se

apreciaron diferencias entre los tratamientos de densidades de siembra por el momento de nascencia de las malas hierbas, así *Kicxia lanigera*, aparece más abundante en la densidad baja y en cambio la *Papaver* y *Anagallis* en las densidades altas, esto es debido que en las primeras fases de cultivo las densidades más altas impiden el desarrollo de hierbas más tempranas y después son las hierbas tempranas que han nacido en las densidades bajas las que impiden el desarrollo de las hierbas primaverales.

Cuadro 4.- Hierbas competidoras (Hc) dominantes por m<sup>2</sup> considerando la densidad de siembra en monocultivo de cebada en el año 96-97

Especies	80 kg/ha + herbicida	80 kg/ha	160 kg/ha	240 kg/ha
<i>Papaver rhoeas</i> L.	0 a	6 ab	18 b	22 b
<i>Kicxia lanigera</i> L.	0 a	31 b	4 a	11 b
<i>Anagallis arvensis</i> L.	0 a	0 a	11 b	15 b
<i>Legousia castellana</i> L.	0 a	10 b	15 b	2 a
<i>Torilis nodosa</i> Gaertner	0 a	7 b	10 b	5 b
Total número plantas de Hc/m <sup>2</sup>	4 a	79 b	80 b	110 b
Total número de especies	3 a	22 b	24 b	27 b
% Recubrimiento de Hc	2 a	20 b	55 b	50 b
Producción media kg/ha	1904 a	1185 b	994 b	1217 b

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente. (P<0,05; test Tukey).

En el año 2002-03, se estudio la influencia de las densidades de siembra de cebada sobre el control de la flora arvense en el monocultivo y en la rotación con veza forraje. En el monocultivo (Cuadro 5) se vuelve a observar el efecto del herbicida en el control de la flora arvense. Este año a diferencia del año 96-97 si se nota el efecto de las densidades de siembra en el desarrollo de la flora arvense produciendo el mismo efecto sobre la productividad que si se hubiera utilizado herbicida, aunque no sobre las hierbas. La especie más afectada por la densidad de siembra es *Galium tricornutum* a ser una hierba que nace en los primeros estadios del cultivo, en cambio *Lolium rigidum* que nace a la vez que el cultivo no es afectado.

Cuadro 5.- Hierbas competidoras (Hc) dominantes por m<sup>2</sup> considerando la densidad de siembra en monocultivo de cebada en el año 02-03

Especies	80 kg/ha + herbicida	80 kg/ha	160 kg/ha	240 kg/ha
<i>Galium tricornutum</i> L.	53 a	112 b	64 a	48 a
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	2 a	51 b	33 b	117 b
<i>Papaver rhoeas</i> L.	37 a	46 a	51 a	15 a
Total número plantas de Hc/m <sup>2</sup>	123 a	477 c	207 b	211 b
Total número de especies	22 a	24 a	31 a	27 a
% Recubrimiento de Hc	25 a	80 b	50 b	55 b
Producción media kg/ha	1723 a	567 b	1502 a	1410 a

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente. (P<0,05; test Tukey).

En la rotación de cebada con veza forraje, el año 2002-03 es el único año de los once donde se aprecia presencia de hierbas competidoras con una densidad

importante para poder estudiar la influencia de las densidades de siembra. Se observa (Cuadro 6) que en la densidad de 80 kg/ha el número de hierbas es superior, pero esta mayor cantidad de hierba no ha superado el umbral de infestación a partir del cual la competencia produce disminución de cosecha, aunque nos señala un posible peligro potencial si no se maneja correctamente el cultivo de veza.

Cuadro 6.- Hierbas competidoras (Hc) dominantes por m<sup>2</sup> en cultivo de cebada considerando la densidad de siembra en cebada y en una rotación de cebada con veza forrajeen el año 02-03

Especies	80 kg/ha + herbicida	80 kg/ha	160 kg/ha	240 kg/ha
<i>Avena sterilis</i> Ludoviciana	0 a	20 b	6 a	8 a
<i>Cirsium arvensis</i> Scopali	0 a	35 b	15 ab	4 a
Total número plantas de Hc/m <sup>2</sup>	12 a	265 c	115 b	97 b
Total número de especies	19 a	25 a	24 a	20 a
% Recubrimiento de Hc	5 a	20 b	20 b	15 b
Producción media kg/ha	2963 a	3183 a	3663 a	3550 a

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente. (P<0,05; test Tukey).

Cuando el cereal se fertiliza, da igual la rotación que se emplee (V-C y G-C), los resultados medios de productividad de los once años de experimentación (Fig. 1) no presentan diferencias por emplear el cereal en rotación con girasol o con veza para recoger para forraje. Pero cuando la producción de cebada en rotación con otro cultivo se compara con la producción de cebada obtenida en monocultivo, esta disminuye en un 30% siendo mayor en la densidad de siembra de 80 kg/ha y sin empleo de herbicidas.

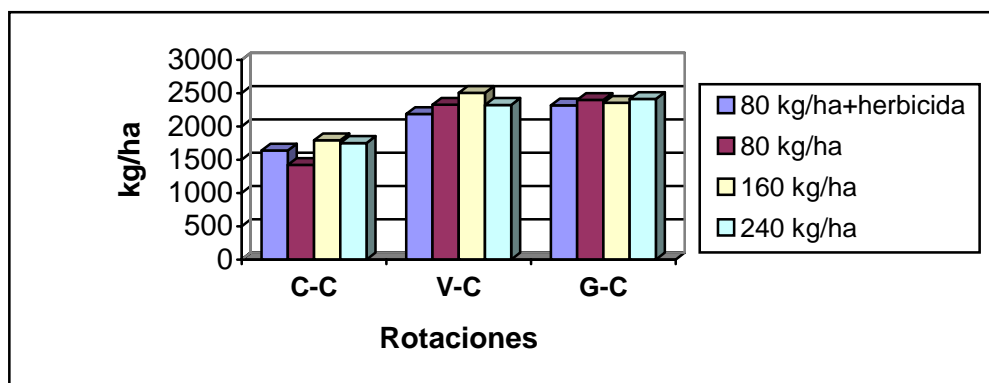


Fig. 1 Producción media de cebada (11 años) en las diferentes rotaciones y densidades de siembra

En general cuando la cebada esta en rotación (Cuadro 7 y 8) no se nota diferencias significativas en la producción por usar o no herbicidas para el control de la flora arvense, incluso se nota una disminución en la productividad aunque no significativo por el uso de herbicidas, posiblemente por problemas de fitotoxicidad, tampoco por utilizar una densidad de siembra mayor. Pero en el monocultivo (Cuadro 9), si se notan diferencias por efecto de las densidades de siembra y el uso de herbicidas.

Cuando se analizan las producciones en función de las densidades de siembra, en la rotación de la cebada con veza (Cuadro 7), sólo el año 96-97 dio menor

producción y significativa estadísticamente entre la densidad de 80 kg/ha y las demás, en el girasol (Cuadro 8) ocurrió lo contrario en el año 93-94 y la densidad más baja produjo más, todo ello se explica por la pluviometría de esos años, en el primer caso fue la falta de agua en el momento del ahijamiento y en el segundo el déficit de primavera. En el monocultivo el efecto de menor producción se debe principalmente a la competencia de la flora arvense, así cuando existe un buen control de las malas hierbas no hay diferencias significativas entre densidades de siembra. En la densidad de 80 kg/ha hay dos años (96-97 y 02-03) con diferencias significativas entre usar o no herbicidas. El año 97-98 se sembró en febrero (Cuadro 1) y la densidad de 80 kg/ha también dio diferencias significativas entre usar o no herbicidas debido a una infestación tardía de *Lactuca serriola* L.

Cuadro 7. Producción de cebada en rotación con veza

AÑOS	Densidades de siembra				MEDIA
	80 kg/ha	80 kg/ha	160 kg/ha	240 kg/ha	
	+ Herbicida				
92-93	202a	224a	247a	<b>310a</b>	246
93-94	<b>2317a</b>	<b>2317a</b>	2232a	1636b	2126
94-95	0	0	0	0	0
95-96	3262b	3957ab	4186a	<b>4241a</b>	3912
96-97	2088b	2137b	3623a	<b>3677a</b>	2881
97-98	3001b	3265ab	<b>4091a</b>	3395ab	3438
98-99	671a	735a	602a	<b>1162a</b>	792
99-00	<b>4365a</b>	4187a	3804a	3881a	4059
00-01	577a	858a	<b>713a</b>	679a	707
01-02	4581a	<b>4725a</b>	4388a	3008b	<b>4175</b>
02-03	2963a	3183a	<b>3663a</b>	3550a	3340
<b>MEDIA</b>	2184	2326	<b>2504</b>	2322	2334
%	87	93	100	93	

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente ( $P < 0,05$ ; test Tukey). Los valores en negrita son los rendimientos más altos del año

Cuadro 8. Producción de cebada en rotación con girasol

AÑOS	Densidades de siembra				Media
	80 kg/ha	80 kg/ha	160 kg/ha	240 kg/ha	
	+ Herbicida				
92-93	155a	141a	201a	<b>283a</b>	195
93-94	<b>1238a</b>	1011a	613b	500b	841
94-95	0	0	0	0	0
95-96	3607b	4306ab	4521a	<b>4820a</b>	4314
96-97	<b>3531a</b>	2963a	3288a	3379a	3290
97-98	3005a	3214a	3236a	<b>3405a</b>	3215
98-99	29a	54a	<b>60a</b>	19a	40
99-00	4225a	<b>4408a</b>	4046a	3710a	4097
00-01	1135a	969a	1290a	<b>1469a</b>	1216
01-02	4071a	<b>4496a</b>	4060a	4154a	4195
02-03	4496a	<b>4804a</b>	4583a	4767a	<b>4663</b>
<b>MEDIA</b>	2317	2397	2354	<b>2410</b>	2370
%	96	99	98	100	



Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente ( $P < 0,05$ ; test Tukey). Los valores en negrita son los rendimientos más altos del año

Sólo dos años el monocultivo de cereal (Cuadro 9) tuvo una producción equiparable a las rotaciones (93-94, 01-02), el resto, los nueve años restantes, la producción del monocultivo fue inferior a la cebada en rotación. Estudiando las posibles causas de porque no existen diferencias en las producciones de cebada entre el monocultivo y la cebada sometida a rotación en estos dos años, se comprobó que en esos años hubo lluvias en el verano anterior al cultivo: 89,2 mm en junio de 1993 y 46,4 mm en julio de 2001; precipitaciones que permitieron la descomposición de los residuos de la cosecha de cereal antes de la siembra, dejando el suelo en condiciones de igualdad con respecto a los tratamientos con rotaciones de cultivo porque los demás años los residuos se descompusieron en la primavera siguiente en presencia del cultivo provocándose competencia por nitrógeno.

Cuadro 9. Producción de cebada en monocultivo

Densidades de siembra					
AÑOS	80 kg/ha + Herbicida	80 kg/ha	160 kg/ha	240 kg/ha	Media
92-93	152a	206a	<b>260a</b>	159a	196
93-94	<b>2908a</b>	2312ab	2732ab	2147b	2576
94-95	0	0	0	0	0
95-96	2354c	2951bc	3512ab	<b>3726ab</b>	3075
96-97	<b>1904a</b>	1185b	994b	1217b	1422
97-98	1603a	942b	1735a	<b>2088a</b>	1652
98-99	677a	431a	867a	425a	694
99-00	2990a	2890a	<b>3277a</b>	3067a	3006
00-01	260b	165b	404a	<b>477a</b>	332
01-02	3448b	3996ab	4431a	<b>4538a</b>	<b>3980</b>
02-03	1723a	567b	1502a	1410a	1394
<b>MEDIA</b>	1638	1422	<b>1792</b>	1750	1666
%	91	79	100	98	

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente ( $P < 0,05$ ; test Tukey). Los valores en negrita son los rendimientos más altos del año

Las diferencias de las producciones de cebada en las rotaciones (Cuadro 7 y 8), se deben al perfil hídrico del suelo. El déficit hídrico de primavera es mucho más temprano en la rotación de girasol (93-94 y 98-99), apareciendo diferencias con las otras rotaciones (veza-cebada). Pero cuando el año es lluvioso ocurre lo contrario (95-96, 96-97, 00-01 y 02-03), y no ocurrió en el año 97-98 a pesar de ser lluvioso porque no se pudo sembrar hasta el mes de febrero y la primavera fue húmeda, siendo la fertilización con nitratos la variable que homogenizó los diferentes tratamientos. Mientras el año 00-01, aunque se sembró también tarde, en el mes de marzo, la primavera fue seca y fue la mejora de la estructura del suelo por el cultivo del girasol la que favoreció el aumento de la producción del cultivo de cebada. El agua en el suelo está por debajo de punto de marchitamiento después del girasol y con inviernos secos o poco lluviosos, el suelo no llega a saturarse, y en primavera tiene menos reservas hídricas que otras rotaciones. En cambio en los inviernos lluviosos, que hay exceso de agua, son las parcelas que han estado sometidas al cultivo del girasol las que permiten evitar los problemas de asfixia radicular que se presentan en el suelo arcilloso donde está establecido el experimento, dando lugar a mayores producciones. Este razonamiento explica también porque en los años con inviernos lluviosos en las

rotaciones de veza y monocultivo las densidades bajas son las menos productivas ya que en ellas son fundamentales que se den unas buenas condiciones ambientales para el ahijamiento.

#### **Conclusiones:**

- La meteorología, aparte de afectar a la producción de los cultivos determina los posibles problemas relacionados con la competencia de la flora arvense.
- La cebada en rotación con otro cultivo es suficiente para controlar la flora arvense.
- Cuando la cebada esta en rotación con otro cultivo y esta está bien alimentada, el aumentar la densidad de siembra no produce ningún aumento de la productividad. Las densidades bajas de siembra pueden incluso producir más si se retrasan las lluvias de primavera, al ser menor la competencia entre plantas.
- Sólo dos años de los once que se han estudiado, el monocultivo de cereal tuvo una producción equiparable a las rotaciones. La producción media de los 11 años, el monocultivo fue inferior a la cebada en rotación en un 30 %. En el monocultivo de cebada y en ambientes semiáridos con bajos niveles de infestación de hierba acompañante, las densidades de siembra pueden ejercer la misma función que el uso de herbicidas.

#### **Agradecimientos:**

Los autores agradecen al Servicio de Investigación de la Dirección de Desarrollo Rural de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha la financiación de este ensayo.

#### **Bibliografía:**

- Chao J., C. Lacasta, E. Estalrich, R. Meco, R. Gonzalez Ponce. 2002. Estudio de la flora arvense asociada a los cereales de ambientes semiáridos en rotación de cultivos de secano. En: *La agricultura y ganadería ecológicas en un marco de diversificación y desarrollo solidario*. Sociedad Española de Agricultura Ecológica; Gijón Tomo 1, 733-740.
- Folk, L. 1951. A comparison chost for visual percentage estimation. *Journal of Sedimentary Petrology*, 21 : 32-33.
- Moreno A., M. Moreno, F. Ribas, M.J. Cabello. 2002. Influencia de distintas dosis de siembra sobre el rendimiento de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) para su aplicación en cultivo ecológico. En: *La agricultura y ganadería ecológicas en un marco de diversificación y desarrollo solidario*. Sociedad Española de Agricultura Ecológica; Gijón Tomo 1, 685-689.
- Pardo G., F. Villar, J. Aibar, J.A. Lezaun, C. Lacasta, R. Meco, P. Ciria, C. Zaragoza. 2002. Estudio de la fertilización y el desherbado en el cultivo de cebada en secano. En: *La agricultura y ganadería ecológicas en un marco de diversificación y desarrollo solidario*. Sociedad Española de Agricultura Ecológica; Gijón Tomo 1, 691-700.